Bus bars, bus duct, cable bus and cables

- Bus bar

For very heavy currents in electrical apparatus, and for heavy currents distributed through a building, bus bars can be used. Each live conductor of such a system is a rigid piece of copper or aluminium, usually in flat bars.

In industrial applications, conductor bars are often pre-assembled with insulators in grounded enclosures. This assembly, known as bus duct or busway, can be used for connections to large switchgear or for bringing the main power feed into a building. A form of bus duct known as "plug-in bus" is used to distribute power down the length of a building; it is constructed to allow tap-off switches or motor controllers to be installed at designated places along the bus. The big advantage of this scheme is the ability to remove or add a branch circuit without removing voltage from the whole duct.

Busbars for distributing PE (ground)

Bus ducts may have all phase conductors in the same enclosure (non-isolated bus), or may have each conductor separated by a grounded barrier from the adjacent phases (segregated bus). For conducting large currents between devices, a cable bus is used.

Standard wire colours for fixed cable

European Union (EU) (IEC 60446) including UK from 31 March 2004 (BS 7671)

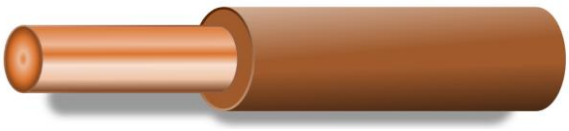
Table: 3-1

Conductor colour identification

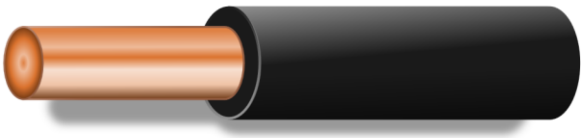
	Old colour	*New colour*	*Marking*
Phase 1 of a.c.	Red	Brown	L1
Phase 2 of a.c.	Yellow	Black	L2
Phase 3 of a.c.	Blue	Grey	L3
Neutral of a.c.	Black	Blue	N

Note Great care must be taken when working on installations containing old and new colours.

Phase1- Brown



Phase 2 - Black



Phase3- Gray

Neutral - Blue

Earth – Green yellow

UK prior to 31 March 2004 (BS 7671)

L1

L2

L3

Neutral wire

Earth wire

Space factor

Any cables installed into a trunking or duct should not use more than 45% of the available space (cross-sectional area) within the trunking or duct. This is called the space factor.

EXAMPLE 1 Calculate the amount of usable area within a trunking 50 mm by 75 mm.

Solution :

Cross-sectional area of trunking can be found 50 × 75 = 3750 mm

Space factor = $\frac{3750 \times 45}{100} = 1687.5 \text{ mm}^2.$

.

This is the amount of space that can be used. When calculating how many cables can be installed in the trunking , it is important to take into account the insulation around the cable as this counts as used space.

Table 3- 2 : Details of single core thermoplastic (pvc) cables

Nominal conductor size (mm^2)	*Number and diameter of wires (no. of strands × mm^2)*	*Nominal overall diameter (mm)*
1.0	1 × 1.13	2.9
1.5	1 × 1.38	3.1
2.5	1 × 1.78	3.5
2.5 (stranded)	7.067	3.8
4	7 × 0.85	4.3
6	7 × 1.04	4.9
10	7 × 1.35	6.2
16	7 × 1.70	7.3
25	7 × 2.14	9.0
35	19 × 1.53	10.3
50	19 × 1.78	12.0

EXAMPLE 2 Calculate the maximum number of 10 mm^2 cables that could be installed in a 50 mm × 75 mm trunking allowing for space factor.
Find area of trunking 50 × 75 = 3750 mm^2
Usable area 3750 × 45 % = 1687.50

or

$$\text{or } \frac{3750 \times 45}{100} = 1687.50\,\text{mm}^2$$

From Table A, the diameter of a 10 mm^2 cable is 6.2 mm. The cross-sectional area (csa) of one cable is

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.142 \times 6.2^2}{4} = 30.19\,\text{mm}^2$$

To calculate the number of cables that it would be permissible to install in the trunking.

$$\frac{\text{Usable area}}{\text{csa of cable}} = \text{Number of cables}$$

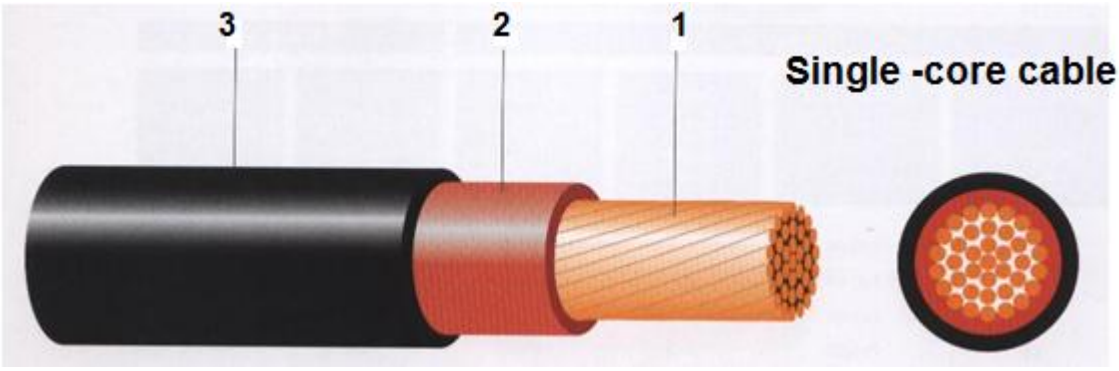
$$\frac{1687.5}{30.19} = 55.89, \quad \text{therefore 55 cables can be installed.}$$

Electrical Power Cables

Types of power cables:

- Low Voltage Cables
- Medium and High Voltage Cables
- Control ,Signal and Instrumentation Cables

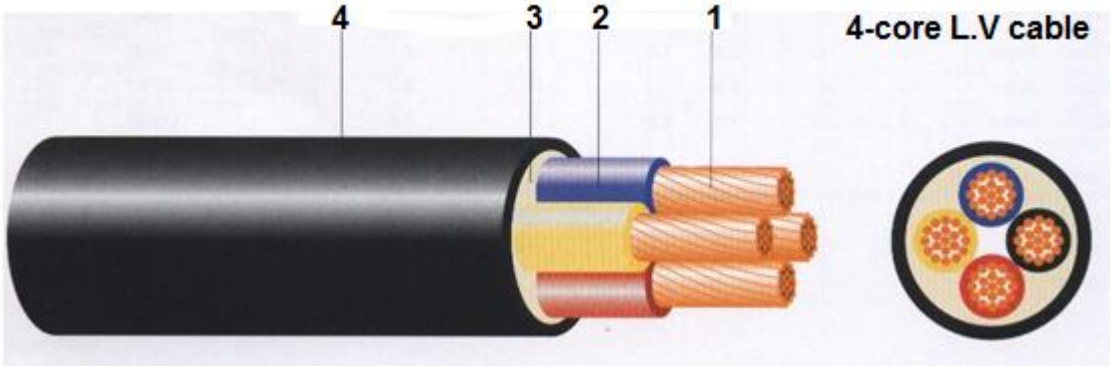
Cables are manufactured in single – core, 2-core, 3-core, 4-core and 5-core.



1- Copper or aluminium conductor (stranded)

2- PVC insulation

3- PVC sheathed



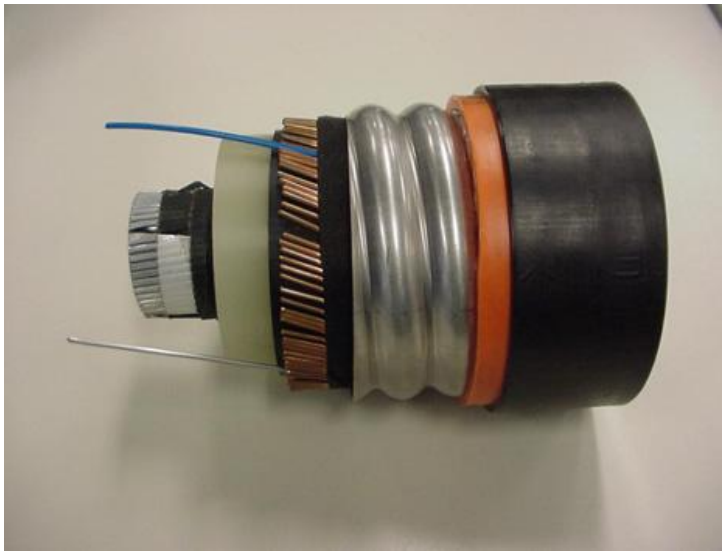
1- Copper or aluminium conductor (stranded)

2- PVC insulation

3- Extruded jacket

4- PVC sheathed

Cables with voltage ratings more than 1000 V must be armoured according to IEC regulation. A high voltage cable armoured with steel wires and metal tape (double armoured) is shown in the following figure.



H.V. Armoured cable

Type of cables

The type of cable depends on its insulation type, generally, there are the following insulations used to manufacture the cables:

- PVC: Insulating compound based on polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride. بلاستك كلوريد متعدد الفنيل
- PE: Insulating compound based on thermo plastic polyethylene. بلاستك متعدد الاثلين
- Butyl Rubber: Insulating compound based on ethylene propylene rubber or similar. مطاط بيوتيل او مايشابهه
- EPR: Insulating compound based on ethylene propylene rubber or similar (EPM or EPDM). مركب اثلين بروبلين أو مايشابهه

- XLPE: Insulating compound based on chemically cross-linked polyethylene. متعدد الاثلين المربوط بالتصالب (التشابكي)
- XLPO: Insulating compound based on chemically Cross-linked polyolefin. متعدد الاولفين المربوط بالتصالب (التشابكي)
- Paper: Paper-insulating cable. العزل بالورق

Each type of cable can operate in its own temperature designed for. The following table3 –3gives the limit or maximum operating temperature for each type of cable.

Table : 3-3

Maximum operating temperature for the conductor in ^{o}C.	Type of Insulation
70	PVC
90	XLPE
90-80	EPR and EPDM
90	XLPO
100	Butyl Rubber

Cable Rating (Current carrying capacity)

An important part of any electrical design is the determination of the size of cables. The size of cable to be used in a given circuit is governed by the current which the circuit has to carry, so the design problem is to decide the size of cable needed to carry a known current.

Tables have been prepared and published which list the maximum allowable current for each type and size of cable. The tables give a current rating for each type and size of cable for a particular method of installation and at a particular ambient temperature.

For these basic conditions a cable must be chosen the rated current of which is at least equal to the working current. For other methods of installation and ambient temperatures the tables give various correction factors. The actual working current has to be divided by these to give a nominal current and a cable then selected such that its rated current is at least equal to this nominal current.

Wiring system installation methods (According to IEC regulation)

the determination of the type and disposition of the installation circuits. Table -3-4 gives details of commonly installed wiring systems and cable types. Having made the choice of system and cable type, the next stage is to determine the design current.

Symbols

The symbols used in this context are generally aligned with those used in BS 7671 together with some additional symbols which have been found necessary.

C Correction symbols used infrequently are defined where they occur in the text.

C_a factor for ambient temperature

C_d correction factor for type of overcurrent protective device

C_d = 1 for HBC fuses and mcbs

C_d = 0.725 for semi-enclosed fuses

C_g correction factor for grouping

C_i correction factor for conductors embedded in thermal insulation

C_r correction factor for grouping of ring circuits

l circuit route length, m

I_b design current of circuit, A

$I_{\Delta n}$ rated residual operating current of an rcd, mA or A

I_n nominal current of protective device, A

I_{ef} earth fault current, A

I_{sc} short circuit current, A

I_t required tabulated current-carrying capacity, A

I_{ta} actual tabulated current-carrying capacity, A

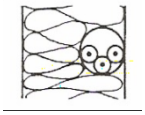
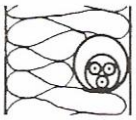
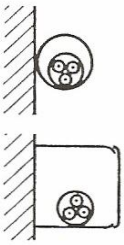
I_x current used as a basis for calculating the required current-carrying capacity of the live conductors, A

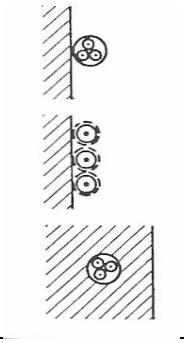
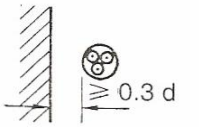
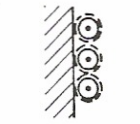
I_z effective current-carrying capacity, A

S conductor cross-sectional area, mm
t_a actual or expected ambient temperature, °C
t_o maximum permitted conductor temperature under overload conditions, °C

Note : The IEC standard uses letter K instead of C for correction factors.

Table : 3-4 Wiring system installation methods (IEC Standard)

Description	Method
Single – core cables embedded in conduits or pipes in walls 	**A_1**
Multi – core cable embedded in conduits or pipes in walls 	**A_2**
Single-core non-sheathed cables in electrical ducts or conduits **Laying on walls or under plaster.** **(including ventilated floor ducts)**	**B_1**
Laying on walls **Multicore non-sheathed cables in electrical ducts or conduits** **on the wall or floor** 	**B_2**

Direct wall fixing by cleats or staples or on cable trays 	**C**
Direct buried in the ground	**D**
Laying exposed in air, i.e. thermal dissipation is ensured without hindrance where the lines are installed > 0.3 d from the wall ,d = external diameter of the line with lines installed above one another with a vertical spacing of a minimum of twice the line diameter 	**E**
Laying exposed in air, i.e. thermal dissipation is ensured without hindrance with lines installed side by side spaced at a minimum of twice the line diameter (as E above) 	**F**
Laying exposed in air, i.e. thermal dissipation is ensured without hindrance with lines installed above one another with a vertical or horizental spacing of minimum of twice the line diameter.	**G**

Current carrying capacity tables of cables and wires according to IEC standard (Arabian Code)

الجدول (5-3) سعات نقل التيار بالأمبير حسب طريقة التركيب المحددة في الجدول (4-3) عازل PVC نحاس أو ألمنيوم لناقلين (موصلين) محملين درجة حرارة الناقل : 70 مئوية ، درجة الحرارة المحيطية : 30 مئوية في الهواء ، 20 مئوية في الأرض

بالنسبة للكيبلات مدفونة تحت الارض بتربة ذات مقاومية حرارية 2.5 كلفن . م \ واط

المقطع الاسمي للناقل مم^2	طرائق التركيب في الجدول(4-3)					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
نحاس						تحت الارض
1.5	14.5	14	17.5	16.5	19.5	22
2.5	19.5	18.5	24	23	27	29
4	26	25	32	30	36	38
6	34	32	41	38	46	47
10	46	43	57	52	63	63
16	61	57	76	69	85	81
25	80	75	101	90	112	104
35	99	92	125	111	138	125
50	119	110	151	133	168	148
70	151	139	192	168	213	183
95	182	167	232	201	258	216
120	210	192	269	232	299	246
150	240	219	-	-	344	278
185	273	248	-	-	392	312
240	321	291	-	-	461	361
300	367	334	-	-	530	408
ألمنيوم						
2.5	15	14.5	18.5	17.5	18.5	22
4	20	19.5	25	24	25	29
6	26	25	32	30	32	36
10	36	33	44	41	44	48
16	48	44	60	54	59	62
25	63	58	79	71	73	80
35	77	71	97	86	90	96
50	93	86	118	104	110	113
70	118	108	150	131	140	140
95	142	130	181	157	170	166
120	164	150	210	181	197	189
150	189	172	-	-	227	213
185	215	195	-	-	259	240
240	252	229	-	-	305	277
300	289	263	-	-	351	313

ملاحظة : الأعمدة 3 و5 و6 و7 متوافقة مع الكيبلات ذات النواقل الدائرية حتى المقطع 16 مم^2 . أما المقاسات الأكبر فهي للكيبلات غير الدائرية ويمكن تطبيقها على النواقل الدائرية .

الجدول (3-6) سعات نقل التيار بالأمبير حسب طريقة التركيب المحددة في الجدول (3-4) عزل EPRأو XLPE لناقلين(موصلين) محملين، نحاس أو ألمنيوم
درجة حرارة الناقل : 90 مئوية ، درجة الحرارة المحيطية : 30 مئوية في الهواء ، 20 مئوية في الأرض
بالنسبة للكيبلات مدفونة تحت الارض بتربة ذات مقاومية حرارية 2.5 كلفن . م \ واط

طرائق التركيب في الجدول (3-4)						المقطع الاسمي للناقل مم^2
D	C	B2	B1	A2	A1	
7	6	5	4	3	2	1
تحت الارض						نحاس
26	24	22	33	18.5	19	1.5
34	33	30	31	25	26	2.5
44	45	40	42	33	35	4
56	58	51	54	42	45	6
73	80	69	75	57	61	10
95	107	91	100	76	81	16
121	138	119	133	99	106	25
146	171	146	164	121	131	35
173	209	175	198	145	158	50
213	269	221	235	183	200	70
252	328	265	306	220	241	95
287	382	305	345	253	278	120
324	441	-	-	290	318	150
363	506	-	-	329	326	185
419	599	-	-	386	424	240
474	693	-	-	442	486	300
						المنيوم
26	26	23	25	19.5	20	2.5
34	35	31	33	26	27	4
42	45	40	43	33	35	6
56	62	54	59	45	48	10
73	84	72	79	60	64	16
93	101	94	105	78	84	25
112	126	115	130	96	103	35
132	154	183	157	115	125	50
163	198	175	200	145	158	70
193	241	210	242	175	191	95
220	280	242	281	201	220	120
249	324	-	-	230	253	150
279	371	-	-	262	228	185
322	439	-	-	307	338	240
364	508	-	-	352	387	300

ملاحظة : الأعمدة 3 و5 و6 و7 متوافقة مع الكيبلات ذات النواقل الدائرية حتى المقطع 16 مم ^{2}. أما المقاسات الأكبر فهي للكيبلات غير الدائرية ويمكن تطبيقها على النواقل الدائرية .

الجدول (3-7) سعات نقل التيار بالأمبير حسب طريقة التركيب المحددة في الجدول (3-4) عزل PVCثلاثة نواقل (موصلات) محملة ، نحاس أو ألمنيوم
درجة حرارة الناقل : 70 مئوية ، درجة الحرارة المحيطية : 30 مئوية في الهواء ، 20 مئوية في الأرض

بالنسبة للكيبلات مدفونة تحت الارض بتربة ذات مقاومية حرارية 2.5 كلفن . م \ واط

المقطع الاسمي للناقل مم^2	طرائق التركيب في الجدول (3-4)					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
نحاس						**تحت الارض**
1.5	13.5	13	15.5	15	17.5	18
2.5	18	17.5	21	20	24	24
4	24	23	28	27	32	31
6	31	29	36	43	41	39
10	42	39	50	46	57	52
16	56	52	68	62	76	67
25	73	68	89	80	96	86
35	89	83	110	99	119	103
50	108	99	134	118	144	122
70	136	125	171	149	184	151
95	164	150	207	179	223	179
120	188	172	239	206	259	203
150	216	196	-	-	399	230
185	245	223	-	-	341	258
240	286	261	-	-	403	297
300	328	298	-	-	464	336
ألمنيوم						
2.5	14	13.5	16.5	15.5	18.5	18.5
4	18.5	17.5	22	21	25	24
6	24	23	28	27	32	30
10	32	31	39	36	44	40
16	43	41	53	48	59	52
25	57	53	70	62	73	66
35	70	65	86	77	90	80
50	84	78	104	92	110	94
70	107	98	133	116	140	117
95	129	118	161	139	170	138
120	149	135	186	160	197	157
150	170	155	-	-	227	178
185	194	176	-	-	259	200
240	227	207	-	-	305	230
300	216	237	-	-	351	260

ملاحظة : الأعمدة 3،5،6،7 متوافقة مع الكيبلات ذات النواقل الدائرية حتى المقطع 16 مم^2 . أما المقاسات الأكبر فهي للكيبلات غير الدائرية ويمكن تطبيقها على النواقل الدائرية

الجدول (3-8) سعات نقل التيار بالأمبير حسب طريقة التركيب المحددة في الجدول (3-4) عزل XLPE أو EPR ،ثلاثة نواقل(موصلات) محملة ، نحاس أو ألمنيوم
درجة حرارة الناقل :90 درجة مئوية ، درجة الحرارة المحيطية : 30درجة مئوية في الهواء، 20 درجة مئوية في الأرض .
بالنسبة للكيبلات المدفونة تحت الارض ، التربة ذات مقاومية حرارية 2.5كلفن . م \ واط

المقطع الأساسي للناقل مم^2	طرائق التركيب في الجدول (3-4)					
	A1	A2	B1	B2	C	D تحت الارض
1	2	3	4	5	6	7
النحاس						
1.5	17	16.5	20	19.5	22	22
2.5	23	22	28	26	30	29
4	31	30	37	35	40	37
6	40	38	48	44	52	46
10	54	51	66	60	71	61
16	73	68	88	80	96	79
25	95	89	117	105	119	101
35	117	109	144	128	147	122
50	141	130	175	154	179	144
70	179	164	222	194	229	178
95	216	197	269	233	278	211
120	249	227	312	268	322	240
150	285	259	-	-	371	271
185	324	295	-	-	424	304
240	380	346	-	-	500	351
300	435	396	-	-	576	396
ألمنيوم						
2.5	19	18	22	21	24	22
4	25	24	29	28	32	29
6	32	31	38	35	41	36
10	44	41	52	48	57	47
16	58	55	71	64	76	61
25	76	71	93	84	90	78
35	94	87	116	103	112	94
50	113	104	140	124	136	112
70	142	131	179	156	174	138
95	171	157	217	188	211	164
120	197	180	251	216	245	186
150	226	206	-	-	283	210
185	256	233	-	-	323	236
240	300	273	-	-	382	272
300	344	313	-	-	440	308

ملاحظة : ألأعمدة 3، 5،6،7 متوافقة مع الكيبلات ذات النواقل حتى المقطع 16 ملم^2 . أما المقاسات الأكبر فهي للكيبلات غير الدائرية و يمكن تطبيقها على النواقل الدائرية .

الجدول (3-9) سعات نقل التيار بالأمبير لطريقة التركيب C (الكيبلات ممدودة في الهواء) في الجدول (3-4) نواقل(موصلات) نحاسية مغلفة ب PVC 600 / 1000 فولت .
درجة حرارة الناقل :70 درجة مئوية ، درجة الحرارة المحيطية المرجعية :30 درجة مئوية.

المقطع الأساسي للناقل مم^2	عدد النواقل و طريقة تركيبها - الطريقة C في الجدول (3-4)			
	كيبل وحيد الناقل	ثلاثة نواقل محملة		
		كيبل متعدد النواقل في تشكيلة ثلاثية أو رباعية	كيبلات وحيدة الناقل في تشكيلة ثلاثية	كيبلات وحيدة الناقل في تشكيلة مستقيمة
1	2	3	4	5
1.5	27	19	21	23
2.5	35	25	28	31
4	47	34	37	41
6	59	43	48	52
10	81	59	65	70
16	107	79	86	92
25	144	106	114	120
35	176	129	137	147
50	214	157	169	181
70	270	199	207	221
95	334	246	264	264
120	389	285	307	303
150	446	326	327	346
185	516	374	371	392
240	618	445	445	467
300	717	511	521	560
400	843	597	646	660
500	994	669	747	770

ملاحظة1: لكيبلات وحيدة الناقل يجب ربط الأغلفة لكل دائرة مع بعضها في كلتا النهايتين .
ملاحظة 2: بالنسبة للنواقل العارية المعرضة للمس يجب ضرب القيم بـ 0.9 .

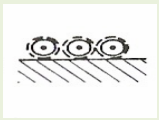
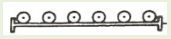
الجدول (10-3) سعات نقل التيار بالأمبير لطريقة التركيب C (الكيبلات ممدودة في الهواء) في الجدول (4-3) نواقل(موصلات) نحاسية مغلفة ب XLPE 600 / 1000 فولت .

درجة حرارة الناقل : 90 درجة مئوية ، درجة الحرارة المحيطية المرجعية :30 درجة مئوية.

المقطع الأساسي للناقل مم^2	عدد النواقل و طريقة تركيبها - الطريقة C في الجدول (4-3)		
	كيبل وحيد الناقل	ثلاثة نواقل محملة	
		كيبل متعدد النواقل في تشكيلة ثلاثية أو رباعية	كيبلات وحيدة الناقل في تشكيلة ثلاثية
1	2	3	4
1.5	33	24	26
2.5	43	32	34
4	57	42	44
6	72	54	56
10	99	74	77
16	131	98	102
25	177	133	138
35	217	162	170
50	265	197	207
70	336	250	263
95	415	308	325
120	485	359	380
150	557	412	437
185	646	457	507
240	774	564	604
300	901	649	696
400	1060	761	811
500	1252	866	940

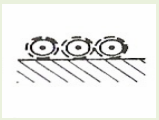
ملاحظة1: لكيبلات وحيدة الناقل يجب ربط الأغلفة لكل دائرة مع بعضها في كلتا النهايتين .
ملاحظة 2: بالنسبة للنواقل العارية المعرضة للمس يجب ضرب القيم بـ 0.9 .

جدول (11-3) سعات نقل التيار بالأمبير لطرائق التركيب E، F ،G من الجدول (4-3) عزل معدني (مسلحة)، نواقل(موصلات) نحاسية مغلفة ب PVC 600/ 1000 فولت
درجة حرارة الناقل :˚70 مئوية، درجة الحرارة المحيطة المرجعية :˚30 مئوية

المقطع الأساسي للناقل مم^2	عدد النواقل و طريقة تركيبها - الطرق E,G,F في الجدول (4-3)				
	ناقلان محملان مزدوجان أو وحيد الناقل طريقة E أو F	ثلاثة نواقل محملة			
		متعدد أو وحيد الناقل في تشكيلة ثلاثية طريقة E أوF	وحيد الناقل متلامس طريقة F	وحيد الناقل متباعد شاقوليا طريقة G	وحيد الناقل متباعدا أفقيا طريقة G
					
1	2	3	4	5	6
1.5	26	22	26	28	32
2.5	36	30	34	37	43
4	47	40	45	49	56
6	60	51	57	62	71
10	82	69	77	84	95
16	109	92	102	110	125
25	142	120	132	142	162
35	174	147	161	173	197
50	215	182	198	213	242
70	264	223	241	256	294
95	317	267	289	309	351
120	364	308	331	353	402
150	414	352	377	400	454
185	472	399	426	446	507
240	552	466	496	497	565

ملاحظة1: لكيبلات وحيدة الناقل يجب ربط الأغلفة لكل دائرة مع بعضها في كلتا النهايتين .
ملاحظة 2: بالنسبة للنواقل العارية المعرضة للمس يجب ضرب القيم بـ 0.9 .
ملاحظة 3 : dd= القطر الخارجي للكيبل .

جدول (3-12) سعات نقل التيار بالأمبير لطرائق التركيب E، F ،G من الجدول (3-4) عزل معدني (مسلحة)، نواقل (موصلات)نحاسية مغلفة بـ XLPE 600/ 1000 فولت ، درجة حرارة الناقل : 90 درجة مئوية، درجة الحرارة المحيطة المرجعية :30 درجة مئوية.

المقطع الأساسي للناقل $مم^2$	عدد النواقل و طريقة تركيبها - الطرق E,G,F في الجدول (3-2)				
	ناقلان محملان مزدوجان أو وحيد الناقل طريقة E أو F	ثلاثة نواقل محملة			
		متعدد أو وحيد الناقل في تشكيلة ثلاثية طريقة E أوF	وحيد الناقل متلامس طريقة F	وحيد الناقل متباعد شاقوليا طريقة G	وحيد الناقل متباعدا أفقيا طريقة G
					
1	2	3	4	5	6
1.5	33	24	32	34	40
2.5	43	32	38	44	51
4	57	42	51	59	68
6	72	53	65	74	85
10	99	74	90	101	115
16	131	98	118	132	150
25	177	133	160	177	200
35	217	162	197	215	246
50	265	197	238	262	298
70	336	250	302	325	374
95	415	308	373	402	460
120	485	359	437	470	536
150	557	412	500	540	610
185	646	475	581	626	694
240	774	564	697	750	792

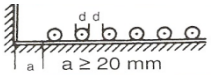
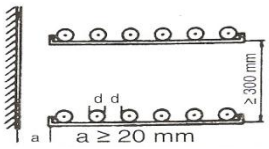
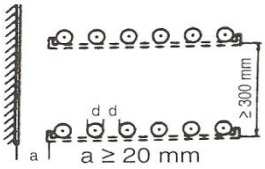
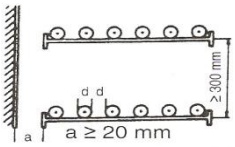
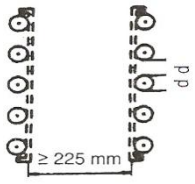
ملاحظة1: لكيبلات وحيدة الناقل يجب ربط الأغلفة لكل دائرة مع بعضها في كلا النهايتين .
ملاحظة 2: بالنسبة للنواقل العارية المعرضة للمس يجب ضرب القيم بـ 0.9 .
ملاحظة 3 : dd= القطر الخارجي للكيبل .

الجدول (3-13) عوامل تخفيض من أجل المجموعات التي تحتوي على أكثر من دارة أو كيبل مفردالناقل . يطبق هذا الجدول على سعات نقل التيار للجداول من (3-5) إلى (3-12) .

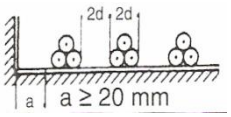
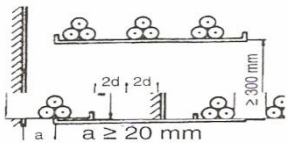
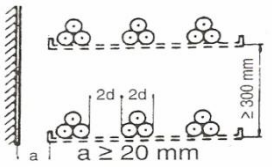
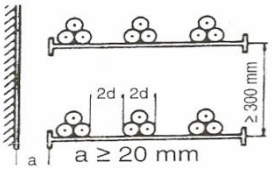
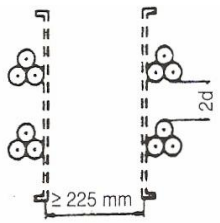
	الترتيب (كيبلات متلامسة)	1	2	4	5	7	8	9	12	16	20	يستعمل مع سعة نقل التيار المرجعية
1	محزوم على السطح أو ضمن مجرى أو قناة أو مدفون في الجدران	1.0	0.8	0.65	0.60	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38	(3-5) إلى (3-12) للطرق A حتى F
2	طبقة واحدة على الجدار، الأرضية أو على حامل (صينية) غير مثقب	1.0	0.85	0.75	0.73	0.72	0.71	0.70	لا ضرورة لاستخدام عامل تخفيض لأكثر من تسعة دارات أو كابلات متعددة النواقل			(3-9) حتى (3-10) للطريقة C
3	طبقة واحدة مثبتة مباشرة فوق سقف خشبي	0.95	0.81	0.68	0.66	0.63	0.62	0.61				(3-11) حتى (3-12) للطرق FوE
4	طبقة واحدة على حامل مثقب أفقي أو شاقولي	1.00	0.88	0.77	0.75	0.73	0.72	0.72				
5	طبقة واحدة على سلم أو دعائم وغيرها	1.00	0.87	0.80	0.80	0.79	0.78	0.78				

ملاحظة : تعتبر التمديدات متجاورة إذا كان التباعد بين الكيبلين أقل من ضعف قطر الكيبل الأكبر.عندما يتم مد الكيبلات على أكثر من طبقة فإن عامل التصحيح أعلاه يجب أن يضرب بالعوامل التالية:
طبقتان : 0.8 ثلاث طبقات : 0.73 أربع أو خمس طبقات : 0.70

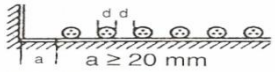
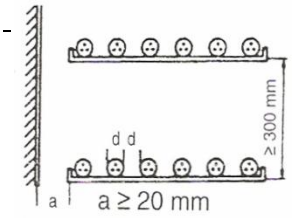
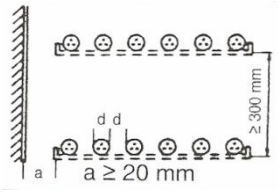
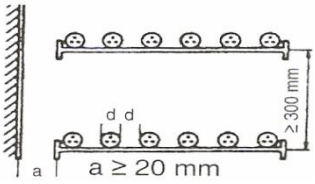
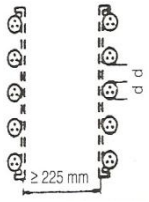
الجدول (14-3) عوامل التخفيض لأجل المجموعات لكيبلات وحيد ة الناقل (مفردة) ممدودة في الهواء ومتباعدة للمنظومات ثلاثية الطور حسب نشرات شركة ABB.

1	2	3	4	5
التركيب بشكل مستوي بتباعد يساوي قطر الكيبل نفسه تقريبا (d)	**عدد الرفوف بالاتجاه الشاقولي**	**عدد الدارات في الاتجاه الافقي**		
		1	**2**	**3**
كيبلات ممدودة على الارضية 	1	0.92	0.89	0.88
حاملات كيبل غير مثقبة 	1	0.92	0.89	0.88
	2	0.87	0.84	0. 83
	3	0.84	0.82	0.81
	6	0.82	0.80	0.79
حاملات كيبل مثقبة 	1	1.00	0.93	0.90
	2	0.97	0.89	0. 85
	3	0.96	0.88	0.82
	6	0.94	0.85	0.80
مساند كيبلات Cable Racks 	1	1.00	0.97	0.96
	2	0.97	0.94	0.93
	3	0.96	0.93	0.92
	6	0.94	0.91	0.90
على مساند كيبلات 	1	0.94	0.91	0.89
أو على الجدار أو على حاملات كيبل مثقبة شاقوليا	2	0.94	0.90	0.86

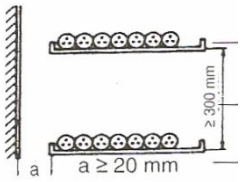
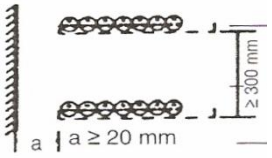
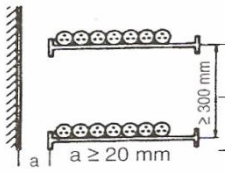
الجدول (15-3) عوامل التخفيض لأجل المجموعات لكيبلات وحيد ة الناقل (مفردة) ممدودة في الهواء على شكل مجاميع ثلاثية (Trefoil) في المنظومات ثلاثية الطور حسب نشرات شركة ABB.

1	2	3	4	5
التركيب بشكل مثلثي بتباعد يساوي قطر الكيبل نفسه تقريبا (d)	**عدد الرفوف بالاتجاه الشاقولي**	**عدد الدارات**	**في الاتجاه الافقي**	
		1	**2**	**3**
كيبلات ممدودة على الارضية 	1	0.98	0.96	0.94
حاملات كيبل غير مثقبة 	1	0.98	0.96	0.94
	2	0.95	0.91	0.87
	3	0.94	0.90	0.85
	6	0.93	0.88	0.82
حاملات كيبل مثقبة 	1	1.00	0.98	0.96
	2	0.97	0.93	0. 89
	3	0.96	0.92	0.85
	6	0.94	0.90	0.83
مساند كيبلات Cable Racks 	1	1.00	0.97	0.96
	2	0.97	0.95	0.93
	3	0.96	0.94	0.90
	6	0.95	0.93	0.87
على مساند كيبلات أو على الجدار أو على حاملات كيبل مثقبة شاقوليا 	1	1.00	0.91	0.89
	2	1.00	0.90	0.86

الجدول (16-3) عوامل التخفيض لأجل المجموعات لكيبلات ثلاثية الطور ممدودة في الهواء- متباعدة حسب نشرات شركة ABB .

1	2	3	4	5	6	7
التركيب بتباعد يساوي قطر الكيبل نفسه تقريبا (d)	**عدد الرفوف بالاتجاه الشاقولي**	**عدد الكيبلات في الاتجاه الافقي**				
		1	**2**	**3**	**4**	**6**
كيبلات ممدودة على الارضية 	1	0.97	0.85	0.78	0.75	0.71
حاملات كيبل غير مثقبة 	1	0.97	0.96	0.94	0.93	0.90
	2	0.97	0.95	0. 92	0.90	0.86
	3	0.97	0.94	0.91	0.89	0.84
	6	0.97	0.93	0.90	0.88	0.83
حاملات كيبل مثقبة 	1	1.00	1.00	0.98	0.95	0.91
	2	1.00	0.99	0.96	0.92	0.87
	3	1.00	0.98	0.95	0.91	0.85
	6	1.00	0.97	0.94	0.90	0.84
مساند كيبلات Cable Racks 	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
	3	1.00	0.98	0.97	0.96	0.93
	6	1.00	0.97	0.96	0.94	0.91
على مساند كيبلات  أو على الجدار أو على حاملات كيبل مثقبة شاقوليا	1	1.00	0.91	0.89	0.88	0.87
	2	1.00	0.91	0.88	0.87	0.85

الجدول (3-17) عوامل التخفيض لأجل المجموعات لكيبلات ثلاثية الطور ممدودة في الهواء - متجاورة حسب نشرات شركة ABB .

1	2	3	4	5	6	7	8
التركيب متجاورة ومتلاصقة	**عدد الرفوف بالاتجاه الشاقولي**	**عدد الكيبلات في الاتجاه الافقي**					
		1	**2**	**3**	**4**	**6**	**9**
كيبلات ممدودة على الارضية	1	0.97	0.96	0.94	0.93	0.90	0.68
حاملات كيبل غير مثقبة 	1	0.97	0.85	0.78	0.75	0.71	0.68
	2	0.97	0.84	0.76	0.73	0.68	0.63
	3	0.97	0.83	0.75	0.72	0.66	0.63
	6	0.97	0.81	0.73	0.69	0.63	0.58
حاملات كيبل مثقبة 	1	1.00	0.88	0.82	0.79	0.76	0.73
	2	1.00	0.87	0.80	0.77	0.73	0.68
	3	1.00	0.86	0.79	0.76	0.71	0.66
	6	1.00	0.84	0.77	0.73	0.68	0.64
مساند كيبلات Cable Racks 	1	1.00	0.87	0.82	0.80	0.79	0.78
	2	1.00	0.86	0.80	0.78	0.76	0.73
	3	1.00	0.85	0.79	0.76	0.73	0.70
	6	1.00	0.83	0.76	0.73	0.69	0.66
على مساند كيبلات أو على الجدار أو على حاملا مثقبة شاقوليا	1	1.00	0.88	0.82	0.78	0.73	0.72
	2	1.00	0.88	0.81	0.76	0.71	0.70

الجدول (3-18) عوامل التصحيح من أجل درجات حرارة الهواء المحيط المختلفة عن 30° مئوية تطبق على سعات نقل التيار للكيبلات في الهواء .

درجة حرارة المحيط مئوية	العـــــــــــزل		
	PVC	EPR أوXLPE	معدني* مغطى بـ PVC أو عاري معرض للمس 30^0 مئوية
10	1.22	1.15	1.26
15	1.17	1.12	1.20
20	1.12	1.08	1.14
25	1.06	1.04	1.07
35	0.94	0.96	0.93
40	0.87	0.91	0.85
45	0.79	0.87	0.77
50	0.71	0.82	0.67
55	0.61	0.76	0.57
60	0.50	0.71	0.45
65	-	0.65	-
70	-	0.58	-
75	-	0.50	-
80	-	0.41	-
85	-	-	-
90	-	-	-
95	-	-	-

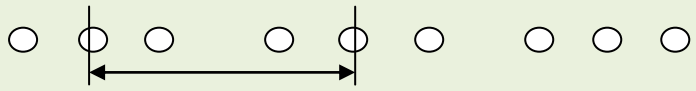
*** بالنسبة لدرجات حرارة الجو الأعلى من ذلك يجب استشارة الشركة الصانعة**

الجدول (3- 19) عامل عمق الدفن للكيبلات المطمورة تحت الأرض Direct in ground أوالموضوعة في خنادق مباشرة Direct in ducts .

كيبلات ممدودة مباشرة في الأرض		كيبلات ممدودة داخل خنادق		
عمق الدفن(متر)	عامل التقنين لحد 300 ملم^2	عامل التقنين لأعلى من 300 ملم^2	عامل التقنين (ناقل واحد)	عامل التقنين (ثلاثة نواقل)
0.80	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	0.98	0.97	0.98	0.99
1.25	0.96	0.95	0.95	0.97
1.50	0.95	0.93	0.94	0.96
1.75	0.94	0.91	0.92	0.96
2	0.92	0.89	0.91	0.95
2.5	0.91	088	0.89	0.94
3	0.90	0.86	0.88	0.93

الجدول (3-20) عامل المجموعات للكيبلات المطمورة تحت الأرض Direct in ground وفقا للتباعد Spacing بالمتر.

كيبلات وحيدة الناقل (مفردة) موضوعة بشكل أفقي ضمن منظومات ثلاثية الطور



عدد الدارات	تباعد الدارات بالمتر			
	0.15	0.30	0.45	0.6
2	0.80	0.84	0.87	0.89
3	0.69	0.75	0.79	0.82
4	0.63	0.70	0.75	0.79
5	0.59	0.66	0.72	0.76
6	0.56	0.64	0.70	0.74
7	0.53	0.62	0.68	0.73
8	0.52	0.60	0.67	0.72
9	0.50	0.59	0.66	0.71
10	0.49	0.58	0.65	0.71
11	0.48	0.57	0.65	0.70
12	0.47	0.57	0.64	0.70

الجدول (3-21) عامل المجموعات للكيبلات المطمورة تحت الأرض Direct in ground وفقا للتباعد Spacing بالمتر

كيبلات وحيدة الناقل (مفردة) موضوعة بشكل مثلثي Trefoil أو بشكل أفقي متلاسقة ثلاثية الطور	تباعد الدارات ـ متر				
0 (مثلثي Trefoil)	0 (مد أفقي Laid flat)	0.15	0.30	0.45	0.60
0.78	0.80	0.82	0.86	0.89	0.91
0.66	0.68	0.71	0.77	0.80	0.83
0.59	0.62	0.65	0.78	0.77	0.80
0.55	0.58	0.61	0.68	0.74	078
0.52	0.55	0.58	0.66	0.72	0.76
0.49	0.52	0.56	0.64	0.70	0.75
0.47	0.50	0.54	0.63	0.69	0.74
0.45	0.48	0.52	0.61	0.68	0.74
0.44	0.47	0.51	0.61	0.68	0.73
0.43	0.46	0.50	0.0.6	0.67	0.73
0.41	0.45	0.49	0.59	0.67	0.72

الجدول (3-22) عامل المجموعات للكيبلات المطمورة تحت الأرض وفقا لمسافة تباعدها بالمتر.

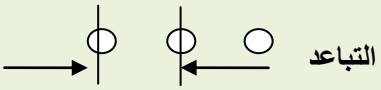
كيبلات ثلاثية الناقل Three Core Cables ممدودة مباشرة تحت الأرض بصورة أفقية 					
عدد الكيبلات في المجموعة	مسافة التباعد بالمتر				
	0.00	**0.15**	**0.30**	**0.45**	**0.6**
2	0.80	0.85	0.89	0.91	0.93
3	0.68	0.76	0.81	0.84	0.87
4	0.62	0.71	0.77	0.81	0.84
5	0.57	0.66	0.73	0.78	0.82
6	0.54	0.64	0.71	0.77	0.81
7	0.51	0.61	0.69	0.75	0.79
8	0.49	0.59	0.68	0.74	0.79
9	0.47	0.58	0.67	0.73	078
10	0.45	0.57	0.66	0.73	0.78
11	0.44	0.55	0.65	0.72	0.77
12	0.43	0.54	0.64	0.77	0.77

Table: 3-23 Electrical properties for cables

Electrical properties for cables الخواص الكهربائية للكيبلات			
أعلى تيار قصر دورة متماثل Isc (kA)	هبوط الفولتية ملي فولت/ أمبير / متر	الممانعة أوم/ كيلومتر	قياس الكيبل بالملمتر المربع
Short circuit rating (kA)Isc	Volt drop (mV/A/m)	Impedance (Ω/km)	Cable size (mm2)
0.17	25.080	14.48	1.5
0.28	15.363	8.87	2.5
0.46	9.561	5.52	4
0.69	6.391	3.69	6
1.15	3.793	2.19	10
1.84	2.390	1.38	16
2.87	1.515	0.8749	25
4.02	1.097	0.6335	35
5.75	0.817	0.4718	50
8.05	0.576	0.3325	70
10.92	0.427	0.2460	95
13.80	0.348	0.2012	120
17.25	0.294	0.1698	150
21.60	0.250	0.1445	185
27.60	0.211	0.1220	240
34.50	0.140	0.1090	300

ملاحظة : وضع هذا الجدول للكيبلات النحاسية بعزل PVC محسوبا لدرجة حرارة 30 مئوية.ذ